PART6　光合成のしくみ

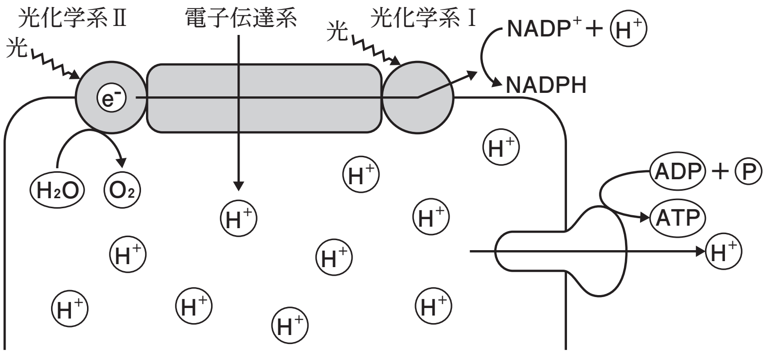
目標
・葉緑体で起こる光合成の過程を理解する。
・チラコイドの反応とストロマの反応の関係を理解する。

Chapter1　光合成の過程：チラコイドで起こる反応

光合成は，チラコイドとストロマにおいて段階的に進む。

チラコイド膜には，光合成色素とタンパク質でできた光化学系とよばれる複合体があり，光化学系を起点として次の①～④の反応が起こる。

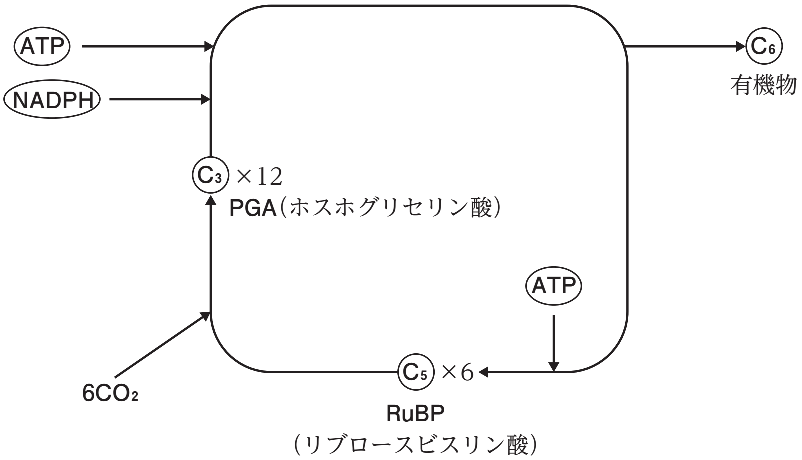
① ２つの光化学系の光合成色素で光エネルギーが受容され，電子の流れが生じる。
② (　　　　　　　　) において，水が酸素と H^+，および電子に分解され，生じた電子はチラコイド膜にある（　　　　　　　　）に伝わる。
③ 電子伝達系に電子が受け渡されていく過程で H^+ がチラコイド内に能動輸送され，濃度勾配が形成される。濃度勾配に応じて，H^+ が ATP 合成酵素を通ってストロマに戻る際に ATP が合成される。葉緑体における ATP 合成は，(　　　　　　　　)とよばれ，電子は（　　　　　　　　）に伝わる。
④ 光化学系Ⅰにおいて補酵素が還元され，還元型補酵素（NADPH）が生じる。



チラコイドでの反応は，光エネルギーが ATP と NADPH という２種類の化学エネルギーに変換される過程と考えることができる。

Chapter2　光合成の過程：ストロマで起こる反応

ストロマには多くの酵素が存在し，チラコイドで生成した ATP と NADPH を利用して，カルビン回路によって二酸化炭素からグルコースなどの炭水化物が合成される。



カルビン回路では，1 分子の二酸化炭素は 1 分子の C_5 化合物リブロースビスリン酸（RuBP）と結合し，2 分子の C_3 化合物ホスホグリセリン酸（PGA）が生じる。この反応は（　　　　　　）とよばれる酵素によって触媒される。

まとめ

- チラコイドでは，光エネルギーが ATP と NADPH の化学エネルギーに変換される。
- ストロマでは，ATP と NADPH の化学エネルギーを利用して二酸化炭素から有機物が合成される。

Chapter3　演習問題

問　葉緑体には光化学系Ⅰと光化学系Ⅱとよばれる反応系が存在する。光エネルギーは光化学系の（　ア　）で受容され，電子の放出を促す。光化学系Ⅱにおいて，電子が放出された（　ア　）に電子を与えるのは（　イ　）であり，（　イ　）は電子が引き抜かれて（　ウ　）を生じる。（　ウ　）は気孔から放出される。光化学系Ⅱから放出された電子は，電子伝達系のタンパク質を経て光化学系Ⅰに引き渡され，最終的にその還元力はNADPHという補酵素として蓄積される。光化学系Ⅱから光化学系Ⅰへの電子の流れの過程では，膜を隔てたH^+（水素イオン）の運搬が行われ，H^+の濃度勾配を形成する。そして，この濃度勾配のエネルギーを解消しようとする力をつかって，（　エ　）のはたらきによりATPがつくられる。

　チラコイドでの反応で生じたNADPHとATPは，<u>二酸化炭素を固定する同化反応</u>にエネルギーを供給する。二酸化炭素1分子は（　オ　）という酵素のはたらきによって1分子のリブロースビスリン酸と反応し，2分子のホスホグリセリン酸ができる。続いてホスホグリセリン酸がグリセルアルデヒドリン酸に変換される。生じたグリセルアルデヒドリン酸のうち，一部はグルコースなどの有機物の合成に使われ，また一部はリブロースビスリン酸の再生産に使われる。再生産されたリブロースビスリン酸は再び二酸化炭素を取り込む反応に使われる。このように二酸化炭素を固定する反応経路は循環しており，発見者の名前をとって（　カ　）とよばれる。

⑴　文中の空所（　ア　）～（　カ　）それぞれに入る適切な語句または分子式を答えよ。

⑵　下線部の反応が行われる葉緑体の場所の名称を答えよ。

⑶　次のⅰ，ⅱの分子を構成する炭素原子の数をそれぞれ答えよ。

　ⅰ．リブロースビスリン酸　　　　ⅱ．ホスホグリセリン酸

< Note >

第７講　PART6　確認問題

問１　光合成は，チラコイドとストロマにおいて段階的に進む。チラコイド膜で起こる反応について述べた次の文章（A ～ D）を読み，後の問いに答えよ。

A　電子伝達系に電子が受け渡されていく過程で，H^+ が（　ア　）内に輸送される。
B　光エネルギーが光合成色素で受容される。
C　濃度勾配に応じて，H^+ が ATP 合成酵素を通ってストロマにもどる際に ATP が合成される。
D　水が酸素と H^+ と電子に分解され，その電子は電子伝達系に伝わる。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ストロマ　　②　チラコイド
③　グラナ　　④　マトリックス

(2)　文章Ｃの反応の名称として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　光化学系Ⅰ　　②　光化学系Ⅱ
③　光リン酸化　　④　酸化的リン酸化

(3)　文章Ｄの反応の名称として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　光化学系Ⅰ　　②　光化学系Ⅱ
③　光リン酸化　　④　酸化的リン酸化

⑷　文章Ａ～Ｄを，チラコイド膜で起こる反応の順に並べたものとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　Ｂ→Ａ→Ｃ→Ｄ　　②　Ｂ→Ｄ→Ａ→Ｃ
③　Ｂ→Ｃ→Ｄ→Ａ　　④　Ｂ→Ａ→Ｄ→Ｃ

問２　ストロマでは，気孔から取り込まれた二酸化炭素が，炭素数（　ア　）のリブロースビスリン酸と結合して炭素数（　イ　）のホスホグリセリン酸になる。続いて，ホスホグリセリン酸はチラコイド膜でつくられたATPやNADPHの（　ウ　）エネルギーを利用して，炭素数６のグルコースなどの有機物になる。

⑴　文中の（　ア　）に当てはまる数値として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　2　　②　3
③　4　　④　5

⑵　文中の（　イ　）に当てはまる数値として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　2　　②　3
③　4　　④　5

⑶　文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　光　　②　熱
③　化学　　④　運動

第７講　代謝

PART1　代謝とエネルギー

問１　(ア) ①　(イ) ④　(ウ) ③　(エ) ①　(オ) ②

問２　④

PART2　異化-発酵

(1)　(ア) ④　(イ) ①　(ウ) ⑤　(エ) ⑥

(2)　酵母：アルコール発酵　乳酸菌：乳酸発酵

PART3　異化-呼吸

(1)　(ア) 水　(イ) オキサロ酢酸　(ウ) 酸化的リン酸化

(2)　②

(3)　NAD^+

(4)　マトリックスから，内膜と外膜の間に運ばれる。

PART4　さまざまな呼吸基質

(1)　(ア) ピルビン酸　(イ) NADH　(ウ) $FADH_2$
(エ) 電子伝達系　(オ) グリセリン
(カ) 脂肪酸　(キ) 尿素　（イ・ウ・オ・カ順不同）

(2)　(あ) 6　(い) 6　(う) 6　(え) 163　(お) 114

PART5　光合成と光合成色素

問１　[1]：③　[2]：③　[3]：④

問２　A：クロロフィルｂ　B：カロテン　C：クロロフィルａ

PART6　光合成のしくみ

⑴　㈠ 光合成色素　㈡ 水　㈢ 酸素　㈣ ATP 合成酵素
　　㈤ ルビスコ　㈥ カルビン回路

⑵　ストロマ

⑶　ⅰ：5　ⅱ：3

PART7　さまざまな炭酸同化

問１　㈠ バクテリオクロロフィル　㈡ カルビン　㈢ 化学合成

問２　⑴ 6分子　⑵ H_2S　⑶ シアノバクテリア

問３　①，③

第7講　PART6　確認問題　解答

問1

(1)　②

解説：
電子が電子伝達系を通ると，H^+ がストロマ側からチラコイド内に能動輸送される。

(2)　③

解説：
葉緑体における ATP 合成は，光リン酸化とよばれる。

(3)　②

解説：
光化学系Ⅱでは，電子を失った反応中心のクロロフィルは，水が分解されて生じた電子を受け取って，還元された状態にもどる。

(4)　②

解説：
チラコイド膜では B → D → A → C の順に反応が進み，光エネルギーにより，ATP と NADPH が合成される。

問 2

(1)　④

解説：
カルビン回路では，1 分子の二酸化炭素は 1 分子の C_5 化合物リブロースビスリン酸と結合する。

(2)　②

解説：
1 分子の二酸化炭素と 1 分子のリブロースビスリン酸が結合して，2 分子の C_3 化合物ホスホグリセリン酸が生じる。

(3)　③

解説：
ストロマでは ATP と NADPH の化学エネルギーを利用して二酸化炭素から有機物が合成される。